

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/000067

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H04N5/235

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 11, 28 November 1997 (1997-11-28) & JP 9 181962 A (TOYOTA MOTOR CORP), 11 July 1997 (1997-07-11)	1,6-9
Y A	abstract Abschnitte '0012!', '0013!', '0016!' und '0017! der Veröffentlichung auf Japanisch Abbildungen 3 und 6 der Veröffentlichung in Japanisch	2 3-5
Y	EP 1 311 114 A (OMNIVISION TECHNOLOGIES INC) 14 May 2003 (2003-05-14) paragraph '0007! paragraph '0016! - paragraph '0032! ----- -/-	2

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 June 2004

Date of mailing of the international search report

21/06/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wentzel, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/000067

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>EP 1 074 430 A (DAIMLER CHRYSLER AG ; ITERIS INC (US)) 7 February 2001 (2001-02-07) -----</p>	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/000067

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 9181962	A	11-07-1997	JP 3303643 B2	22-07-2002
EP 1311114	A	14-05-2003	US 2003086010 A1	08-05-2003
			CN 1418004 A	14-05-2003
			EP 1311114 A2	14-05-2003
EP 1074430	A	07-02-2001	EP 1074430 A1	07-02-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2004/000067

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H04N5/235

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H04N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, INSPEC, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1997, Nr. 11, 28. November 1997 (1997-11-28) & JP 9 181962 A (TOYOTA MOTOR CORP), 11. Juli 1997 (1997-07-11)	1,6-9
Y A	Zusammenfassung Abschnitte '0012!', '0013!', '0016!' und '0017! der Veröffentlichung auf Japanisch Abbildungen 3 und 6 der Veröffentlichung in Japanisch	2 3-5
Y	EP 1 311 114 A (OMNIVISION TECHNOLOGIES INC) 14. Mai 2003 (2003-05-14) Absatz '0007! Absatz '0016! - Absatz '0032! ----- -/-	2

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

8. Juni 2004

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

21/06/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Wentzel, J

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2004/000067

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 074 430 A (DAIMLER CHRYSLER AG ; ITERIS INC (US)) 7. Februar 2001 (2001-02-07) -----	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/000067

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 9181962	A	11-07-1997	JP	3303643 B2	22-07-2002
EP 1311114	A	14-05-2003	US	2003086010 A1	08-05-2003
			CN	1418004 A	14-05-2003
			EP	1311114 A2	14-05-2003
EP 1074430	A	07-02-2001	EP	1074430 A1	07-02-2001

Verfahren und Vorrichtung zur Belichtungssteuerung für eine Kamera

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Belichtungssteuerung für eine Kamera, mit mindestens einem Bildsensor, bei dem ein Bildhelligkeits-Sollwert vorgegeben wird und auf diesen Bildhelligkeits-Sollwert geregelt wird. Die Erfindung betrifft ebenso eine Vorrichtung zur
- 10 Belichtungssteuerung für eine Kamera, mit mindestens einem Bildsensor, bei dem ein Bildhelligkeits-Sollwert vorgegeben wird und auf diesen Bildhelligkeits-Sollwert geregelt wird. Die Erfindung betrifft auch eine Fahrzeugumfeldbeobachtungs-Kamera für Kraftfahrzeuge.
- 15 Künftig werden voraussichtlich immer mehr Kraftfahrzeuge Systeme zur Beobachtung des näheren und weiteren Umfelds des Fahrzeugs aufweisen. Dies schließt Systeme ein, welche die Bewegung des Fahrzeugs als Ganzes und als bewegliches Objekt in einem Verkehrsstrom auf der Straße ermitteln.
- 20 Auf Grundlage dieser Systeme kann eine zielgerichtete Führung und Lenkung des Fahrzeugs zur Fahrerassistenz oder zur Navigation und eine Erweiterung von Insassenschutzsystemen bis hin zur Aufprallvermeidung realisiert werden. Solche Systeme bilden auch die Basis für
- 25 semiautonomes oder sogar autonomes Fahren. Als Systeme zur Fahrzeugumfeldbeobachtung sind neben den zur Abstands- und Folgeregelung bekannten Radarsystemen insbesondere Kamerasysteme (Fahrzeugumfeldbeobachtungs-Kamera) mit bildgebenden Sensoren (Bildsensoren) auf der
- 30 Basis des sichtbaren Lichts oder im Infrarotbereich geeignet.
- Bei der Aufnahme fortlaufender Bilder im Fahrzeug mit einer Kamera z.B. zur Spurfindung mit Hilfe einer Bildverarbeitung sind die Belichtungsverhältnisse nicht

konstant. Sie ändern sich teilweise sehr schnell wie bei
Tunnelein- und /-Ausfahrten und umfassen einen weiten
Dynamikbereich von hellem Sonnenschein bis zu Dunkelheit
bei Nacht. Die Kamerasysteme müssen aber unter allen

5 Bedingungen hinreichend sicher und genau arbeiten.

Dies erfordert einen sehr hohen Dynamikbereich des Systems.
Dieser Dynamikbereich lässt sich mit heutzutage gängigen,
preisgünstigen Kameras nicht mit einer Belichtungs-
einstellung abdecken. Üblicherweise werden hierzu die

10 Blende und die Belichtungszeit angepasst.

Im Fahrzeug werden in der Regel Kameras mit LCD- oder CMOS-
Sensoren verwendet. Der Belichtungszeit entspricht bei
diesen Sensoren die Zeit, in der Licht gesammelt wird.

Diese Zeit wird im folgenden auch „Integrationszeit“

15 genannt. Sie kann rein elektronisch gesteuert werden. Eine
mechanische Blende ist gewöhnlich nicht vorhanden. Statt
dessen wird zusätzlich bei LCD- und CMOS-Kamerasensoren die
Verstärkung eingestellt, bevor das Signal für die weitere
Verarbeitung einem Analog-/Digitalwandler zugeführt wird.

20 Bisherige Regelverfahren, wie sie beispielsweise in der DE
102 15 525 oder US 2003/098914 beschrieben werden, messen
kontinuierlich die Regelabweichung von einem Sollwert und
versuchen diese Abweichung durch kontinuierliche
Nachregelung möglichst klein zu halten.

25 Bei Auswertung der Bilder mit Hilfe von Bildverarbeitungs-
systemen ist es aber nicht immer vorteilhaft, jedes
aufeinanderfolgende Bild in der Helligkeit zu regeln.
Andererseits sollte, wenn geregelt werden muss, der
Sollwert möglichst schnell eingestellt werden.

30

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und
eine Vorrichtung zur Regelung der Belichtung des Sensors
anzugeben, mit dem auch bei wechselnden Lichtverhältnissen
eine möglichst hoher Bildkontrast rasch und sicher

35 eingestellt werden kann.

Diese Aufgabe wird nach der Erfindung durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Durch die Merkmale der davon abhängigen Unteransprüche sind vorteilhafte Weiterbildungen angegeben.

5

Nach der Erfindung wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass die Regelung auf Grundlage einer Funktion der Bildhelligkeit H in Abhängigkeit von der Beleuchtung B erfolgt. Als Beleuchtung ist dabei die tatsächlich optisch vorhandene und am Bildsensor eingangsseitig eintreffende Helligkeit zu verstehen, aus der sich durch entsprechende Integration und/oder Verstärkung am Bildsensor ausgangsseitig die für die Auswertung zur Verfügung stehende Helligkeit ergibt.

- 15 Die Regelung der gemessenen Helligkeit erfolgt durch eine Einstellung der Steigung α in Abhängigkeit der Bildhelligkeit H von der Beleuchtung B (Kennlinie K). Eine neue Steigung wird dabei in einem Regelschritt ermittelt aus der ursprünglichen Steigung α_1 , dem Bildhelligkeits-Sollwert H_{soll} und der aktuellen Bildhelligkeit H_{ist} nach folgender Formel: $\alpha_2 = \alpha_1 * H_{soll}/H_{ist}$

Durch die Anpassung der Steigung wird unmittelbar ein neuer Arbeitspunkt vorgegeben und kann so auf eine zeitaufwendige kontinuierliche Einregelung verzichtet werden.

- 25 Die Einstellung der Steigung α erfolgt durch eine entsprechende Vorgabe der Integrationszeit und/oder Verstärkung des Bildsensors.

- Nach der Erfindung ist es vorzugsweise vorgesehen, dass als Bildhelligkeits-Sollwert H_{soll} ein Bereich für den Sollwert H_{soll1}, H_{soll2} vorgegeben wird. Der Abstand der Sollwerte voneinander definiert dabei den Arbeitsbereich und damit auch die Häufigkeit von Anpassungen. Es wird daher ein relativ zum maximalen, theoretischen Arbeitsbereich großer Bereich als aktiver Arbeitsbereich definiert, um relativ

selten anpassen zu müssen. Insbesondere kann dadurch sichergestellt werden, dass nach erfolgter Anpassung in aller Regel in einem vorgegebenen Zeitfenster keine neue Anpassung erforderlich ist. Die konkreten Werte hängen aber
5 stark von der Dynamik der zu erfassenden Bilder und der Helligkeitsschwankungen ab.

Vorzugsweise wird ein Bereich für den Sollwert von 50 bis 90% des Sollwertes für die untere Grenze H_{soll1} und von 110% bis 130 % des Sollwertes für die obere Grenze H_{soll2}
10 vorgegeben.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, dass bei der Ermittlung der neuen Steigung α_2 eine vorgegebene Charakteristik der Kennlinie K mit berücksichtigt wird.

15 Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass, wenn die Kennlinie K nicht durch den Ursprung U geht, die neue Steigung α_2 unter Berücksichtigung zumindest eines Offset-Werts $Offs1, Offs2$ ermittelt wird nach folgender Formel:

$$\alpha_2 = \alpha_1 * (H_{soll} - Offs1) / (H_{ist} - Offs2)$$

20 Die zugrundeliegende Aufgabe wird auch durch eine Vorrichtung gelöst, bei der eine Bildauswertung mit einem Rechner erfolgt, mit welchem Rechner im wesentlichen auch die Belichtungssteuerung und Regelung bzw. Steuerung der Bildhelligkeit durchgeführt wird.

25 Vorzugsweise erfolgt die Einstellung der aktuellen Bildhelligkeit H_{ist} auf die Sollbildhelligkeit H_{soll} in einem Regelschritt.

Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass bestimmte, relevante Pixel zur Messung der Bildhelligkeit ausgewählt
30 werden und im wesentlichen auf diese Bereiche die Bildhelligkeit geregelt wird.

Nach der Erfindung ist es vorgesehen, dass der Rechner dafür vorgesehen ist, über eine eingestellte Empfindlichkeit auf die aktuelle Bildhelligkeit der

abgebildeten Szene zurückzurechnen und diesen Wert für das System oder andere Systeme zur Verfügung zu stellen.

Als Bildsensoren sind alle bekannten und denkbaren Sensoren für eine Bilderfassung geeignet, insbesondere Multisensor-

5 strukturen aus lichtempfindlichen Elementen (Bildpunkten bzw. Pixeln), die in Zeilen- oder Matrixform angeordnet sind und ihr Licht aus der erfindungsgemäßen Optik erhalten. Es können auch Si-Bildsensoren (CCD Charge-Coupled Devices) verwendet werden. Bei den CCD-Bildsensoren
10 werden durch das über eine transparente Elektrode einfallende Licht proportional zur Intensität und Belichtungszeit Ladungsträger erzeugt, die in einem „Potentialsumpf“ (Si-SiO₂-Grenzschicht) gesammelt werden. Mit weiteren Elektroden werden diese Ladungen in eine
15 lichtundurchlässige Zone verschoben und in „analogen“ Schieberegistern (Eimerkettenprinzip) zeilenweise in ein Ausgangsregister weitertransportiert, das mit hoher Taktrate seriell ausgelesen wird. Vorzugsweise werden aber auf CMOS-Technik beruhende Bildsensoren eingesetzt. Bei
20 Verwendung von CMOS-Sensoren kann auch eine Blendensteuerung entfallen. Eine konstante Kontrastauflösung im gesamten Helligkeitsbereich wird ermöglicht. Diese Sensoren gestatten darüber hinaus vorteilhaft einen wahlfreien Zugriff auf die einzelnen Pixel bei gleichzeitig höherer
25 Empfindlichkeit (höhere Ausleserate). Auch eine erste Vorverarbeitung der Signale auf dem Bildsensorchip ist möglich.

In einer besonders günstigen Ausführungsform der Erfindung werden an sich bekannte Formate für die Sensoren, vorzugs-
30 weise CMOS-Kamerasensoren, mit im wesentlichen einer VGA-Auflösung eingesetzt. Durch Verwendung der Standardformate sind die Kosten des Systems gering. Denn diese werden bereits in großen Stückzahlen gefertigt.

Die Erfindung ist aber ausdrücklich nicht auf die
35 Verwendung dieser Standard-Sensoren beschränkt. Es ist

beispielsweise vorgesehen, auch spezielle hochdynamische Sensoren beim optischen System nach der Erfindung zu verwenden. Insbesondere ist eine Anwendung von sogenannten TFA (Thin Film an ASIC)-Chips als Bildsensoren vorgesehen.

5 Durch Einsatz dieser Sensoren kann ein Dynamikumfang von insgesamt größer 200 dB erreicht werden. Diese Systeme können dann auch bei geringer Lichtstärke, insbesondere in der Dämmerung oder in der Nacht, z.B. als Nachtsichtgeräte, eingesetzt werden.

10 Das erfindungsgemäße Verfahren und die Vorrichtung werden vorzugsweise für eine Fahrzeugumfeldbeobachtungs-Kamera für Kraftfahrzeuge eingesetzt.

Die Erfindung wird in der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Abbildungen (Fig.1 bis

15 Fig.4) näher erläutert.

Die Fig.1 zeigt schematisch ein Bildverarbeitungssystem, Die Fig.2 zeigt schematisch einen Verlauf der Bildhelligkeit H eines Sensors als Funktion der Beleuchtung B, Die Fig.3 zeigt schematisch ein Nachführen der aktuellen Bildhelligkeit Hist auf einen Bildhelligkeits-Sollwert (Sollbildhelligkeit) Hsoll.

20

Die Fig.4 zeigt schematisch ein dritte Auftrags eines Verlaufs der Bildhelligkeit (Kennlinie K), der nicht durch den Ursprung (Nullpunkt) geht.

25

In der Fig.1 ist ein Bildverarbeitungssystem für eine Kamera zur Fahrzeugumfeldbeobachtung schematisch dargestellt. Das Bildverarbeitungssystem besteht aus dem Bildaufnehmer 1 (Kamera mit Sensor), Bilddatenaufnehmer 2 (Framegrabber) und Rechereinheit 3. Der Bilddatenaufnehmer 2 nimmt Bilddaten 4 von der Kamera 1 auf. Als Ausgangsdaten werden die aufgenommene Bilddaten 5 dann zum Rechner 3 geführt, der dies auswertet. Der Rechner hat auch eine Verbindung 6 zur Kamera 1, über die er die Kamera 1 konfigurieren kann.

35

Die Fig.2 zeigt schematisch einen Verlauf der Bildhelligkeit H eines Sensors als Funktion der Beleuchtung B (Kennlinie K). Ausgangspunkt der Belichtungssteuerung ist die Tatsache, dass die Sensoren unterhalb der Sättigungsschwelle (die im Idealfall bei der maximalen Bildhelligkeit H_{\max} liegt) ein im wesentlichen lineares Verhalten bezüglich der Beleuchtung, der Integrationszeit und der Verstärkung zeigen.

Die Steigung α des linearen Verlaufs wird durch die eingestellte Integrationszeit und der eingestellten Verstärkung festgelegt:

$$\alpha = \eta * \text{Integrationszeit} * \text{Verstärkung}$$

Die Proportionalitätskonstante η beinhaltet die Lichtempfindlichkeit des Sensors.

Um eine mittlere Bildhelligkeit H einzustellen, wird ein Sollwert H_{soll} vorgegeben, auf den geregelt wird. Die Übertragung neuer Regelwerte an den Sensor kann die Bilddatenübertragung beeinträchtigen. Der Regelvorgang soll daher so selten wie möglich vorgenommen werden. Deshalb wird zusätzlich ein Toleranzfenster zwischen H_{soll1} und H_{soll2} vorgegeben, in dem sich die Bildhelligkeit bewegen darf, bevor die Regelung eingreift.

Die Fig.3 zeigt schematisch ein Nachführen der aktuellen Bildhelligkeit H_{ist} auf einen Bildhelligkeits-Sollwert (Sollbildhelligkeit) H_{soll} . Verlässt die aktuelle Bildhelligkeit H_{ist} das Toleranzfenster zwischen H_{soll1} und H_{soll2} , so wird die Steigung der Kennlinie K_1 derart verändert, dass die aktuelle Bildhelligkeit H_{ist} wieder der Sollbildhelligkeit H_{soll} entspricht. Die neue Steigung beschreibt eine neue Kennlinie K_2 .

Das Wesen der Erfindung besteht darin, dass die neue Steigung α_1 berechnet wird und damit das Nachführen der aktuellen Bildhelligkeit H_{ist} auf die Sollbildhelligkeit H_{soll} in einem Regelschritt erfolgt.

Wegen der linearen Abhängigkeit ergibt sich die neue Steigung α_2 aus der alten Steigung α_1 , multipliziert mit dem Verhältnis der Sollbildhelligkeit H_{soll} zur aktuellen Bildhelligkeit H_{ist} : $\alpha_2 = \alpha_1 \cdot H_{soll} / H_{ist}$

- 5 Hat man das neue α_2 ermittelt, wird wahlweise die Integrationszeit oder die Verstärkung oder auch beides angepasst, um die neue Kennlinie K_2 möglichst genau einzustellen.

Nach dem Erkennen der Abweichung kann die neue
10 Integrationszeit und/oder Verstärkung bei dem Sensor eingestellt werden und ist somit schon für das übernächste Bild aktiv. Bei einer typischen Bildwiederholffrequenz von 25Hz könnte somit bereits nach 40ms die neue Einstellung vorgenommen werden.

- 15 Bei der Ermittlung der neuen Steigung α_2 wird also die vorgegebene Charakteristik einer Kennlinie K der Abhängigkeit der Bildhelligkeit H von der Beleuchtung B berücksichtigt, in dem in dem im wesentlicher linearen Bereich eine entsprechende Anpassung der Steigung erfolgt.

20 Zudem können aber auch die Grenzen des linearen Bereichs und Offsets berücksichtigt werden. Grundsätzlich könnte aber auch eine Berücksichtigung einer komplexeren Abhängigkeit durch eine entsprechend aufwendige Berechnung bspw. Durch ein Polynom höherer Ordnung erfolgen.

- 25 Die Fig.4 zeigt schematisch die Situation, wenn die Kennlinien K_3, K_4 nicht durch den Ursprung U gehen. Dann wird der Offset $Offs_1$ bzw. $Offs_2$ bei den entsprechenden Helligkeiten abgezogen.

Die Erfindung beschränkt sich nicht nur auf Sensoren mit
30 linearer Kennlinie. Bei Sensoren mit nicht linearer Kennlinie (z.B. logarithmischer) lässt sich der untere Ast der Kennlinie hinreichend genau durch eine Gerade annähern. Damit lässt sich dieses Verfahren auch auf Sensoren mit nicht linearer Kennlinie übertragen und damit die

Bildhelligkeit auch bei Sensoren mit nicht linearer Kennlinie hinreichend gut auf einen Sollwert einstellen. Typischerweise überdecken Sensoren mit nicht linearer Kennlinie einen wesentlich höheren Dynamikbereich als Sensoren mit linearer Kennlinie. Die Einstellung der Bildhelligkeit auf einen Sollwert ist bei Sensoren mit nicht linearer Kennlinie daher weniger kritisch als bei linearen Sensoren. Die erhöhte Ungenauigkeit bei der Berechnung der Regelparameter bei einer nicht linearen Kennlinie führt daher zu keiner nennenswerten Verschlechterung der Bildqualität.

Eine Kontrolle der Bildhelligkeit über den mit der Bildauswertung befassten Rechner bzw. Mikrocontroller oder Digitalem Signal Prozessor DSP, ist vorgesehen, so dass die aktuelle Bildhelligkeit auf die Sollbildhelligkeit in einem Regelschritt einzustellen ist.

Auch eine Auswahl der relevanten Pixel zur Messung der Bildhelligkeit ist vorgesehen. Bei einer Applikation wie z.B. Spurfindung füllt der für die Messung interessante Bereich nur einen Teil des Bildes aus. Die Belichtungssteuerung wird daher auf Pixel aus diesem Bereich beschränkt. So kann dieser Bereich optimal dargestellt werden.

Eine Übernahme der Funktion "Helligkeitssensor" ist ebenso vorteilhaft vorgesehen. Wenn der Rechner die Kontrolle über die absolute Einstellung von Verstärkung und Integrationszeit hat, kann er über die eingestellte Empfindlichkeit auf die aktuelle Helligkeit der abgebildeten Szene zurückrechnen und diesen Wert als Außenhelligkeit ausgeben.

Dieser Wert kann z.B. benutzt werden, um die Scheinwerfer des Fahrzeugs zu steuern.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Belichtungssteuerung für eine Kamera,
mit mindestens einem Bildsensor, bei dem ein
5 Bildhelligkeits-Sollwert (H_{soll}) vorgegeben wird und
auf diesen Bildhelligkeits-Sollwert (H_{soll}) geregelt
wird,
- wobei die Regelung durch eine Einstellung einer
Steigung (α) durch eine Regelung der Integrationszeit
10 und/oder Verstärkung des Bildsensors erfolgt
dadurch gekennzeichnet, dass
eine neue Steigung ermittelt wird aus der ursprüng-
lichen Steigung α_1 , dem Bildhelligkeits-Sollwert
 H_{soll} und der aktuellen Bildhelligkeit H_{ist} nach
15 folgender Formel:
$$\alpha_2 = \alpha_1 * H_{soll}/H_{ist}$$
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass
- 20 a) die Bildhelligkeit H_{ist} mit einem Toleranzbereich
(H_{soll1}, H_{soll2}) um den Bildhelligkeits-Sollwert
(H_{soll}) verglichen wird und
- b) in einem Regelschritt eine neue Steigung α_2 nur dann
vorgegeben wird, wenn die Bildhelligkeit H_{ist}
25 außerhalb des Toleranzbereichs (H_{soll1}, H_{soll2}) um den
Bildhelligkeits-Sollwert (H_{soll}) liegt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Ermittlung der neuen Steigung α_2 eine vorgegebene Charakteristik einer Kennlinie (K) der Abhängigkeit der Bildhelligkeit (H) von der Beleuchtung (B) berücksichtigt wird.
- 5
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kennlinie K nicht durch den Ursprung U geht und die neue Steigung α_2 unter Berücksichtigung zumindest eines Offset-Werts Offs1 ermittelt wird nach folgender Formel:
- 10
- $$\alpha_2 = \alpha_1 * (H_{soll} - Offs1) / (H_{ist} - Offs1)$$
- 15
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass für jede Steigung (α_2 , α_1) ein zugehöriger Offset-Wert (Offs1, Offs2) hinterlegt und die neue Steigung α_2 unter Berücksichtigung der zugehörigen Offset-Werte ermittelt wird nach folgender Formel:
- 20
- $$\alpha_2 = \alpha_1 * (H_{soll} - Offs1) / (H_{ist} - Offs2)$$
- 25
6. Vorrichtung zur Belichtungssteuerung für eine Kamera, mit mindestens einem Bildsensor, bei dem ein Bildhelligkeits-Sollwert Hsoll vorgegeben wird und auf diesen Bildhelligkeits-Sollwert Hsoll geregelt wird,
- 30
- nach einem Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein rechner vorgesehen ist in welchem eine Bildauswertung mit erfolgt und mit dem Rechner zumindest im wesentlichen auch die Belichtungssteuerung und Regelung bzw. Steuerung der Bildhelligkeit durchgeführt wird.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,
dass bestimmte, relevante Pixel zur Messung der
Bildhelligkeit ausgewählt werden und im wesentlichen
5 auf diese Bereiche die Bildhelligkeit geregelt wird.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet, dass der Rechner dafür
vorgesehen ist, über eine eingestellte
10 Empfindlichkeit auf die aktuelle Bildhelligkeit der
abgebildeten Szene zurückzurechnen und diesen Wert
für das System oder andere Systeme zur Verfügung zu
stellen.
- 15 9. Verwendung eines Verfahrens und einer Vorrichtung
nach einem der vorangegangenen Ansprüche für eine
Fahrzeugumfeldbeobachtungs-Kamera für Kraftfahrzeuge.